



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Pat ntschrift**  
⑩ **DE 40 16 597 C 2**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 29 C 47/12**  
B 29 C 31/02  
B 29 C 47/10

②① Aktenzeichen: P 40 16 597.3-16  
②② Anmeldetag: 23. 5. 90  
④③ Offenlegungstag: 28. 11. 91  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 4. 92

DE 40 16 597 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Storopack Hans Reichenecker GmbH & Co, 7056  
Weinstadt, DE

⑦④ Vertreter:

Dreiss, U., Dipl.-Ing. Dr.jur.; Hosenthien, H.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Fuhlendorf, J., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

⑦② Erfinder:

Reichenecker, Hans, 7430 Metzingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	34 22 425 A1
DE	34 21 364 A1
DE-OS	15 29 842
DE-OS	15 04 212
US	48 63 655

⑤④ Verfahren zur Herstellung schüttfähiger, kugelsegmentförmiger Packmaterialkörper mit außen konvexer und  
innen konkaver Oberfläche

DE 40 16 597 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung schüttfähiger Packmaterialkörper aus Stärke, bei dem Stärke in einem Extruder in viskos-flüssigen Zustand überführt, aus der Formöffnung eines Extruders extrudiert und nachfolgend expandiert wird.

Die Verwendung von Stärke als Ausgangsmaterial zur Herstellung von Verpackungsmaterial, auch in der Form von Füllstückchen, ist aus der US-PS 48 63 655 bekannt.

Aus der US-PS 48 63 655 ist es bekannt, Stärke als Grundstoff zur Herstellung eines biologisch abbaubaren Verpackungsmaterials zu verwenden. Hierbei wird Stärke, die mindestens 45 Gewichtsprozent Amylose aufweist, extrudiert, wobei im Extruder Temperaturen von ungefähr 150–250°C herrschen. Mit dem in dieser Patentschrift beschriebenen Verfahren ist es nur möglich, großvolumige "Stärke-Blöcke", wie z. B. Dämmplatten, herzustellen, bei denen die Blasengröße des expandierten Stärke-Materials relativ groß ist. Außerdem weist der Durchmesser dieser Blasen eine erhebliche Schwankungsbreite auf. Es ist also nicht möglich, mit diesem Verfahren schüttfähige und kugelsegmentförmige Packmaterialkörper herzustellen: Der typische Durchmesser derartiger "Loose-fill"-Packmaterialkörper beträgt etwa bis 3 cm. Bei diesen kleinen Ausmaßen muß die Blasengröße natürlich wesentlich geringer sein als in den o. g. Fällen der großvolumigen Stärke-Blöcke, um eine Festigkeit der "Loose-fill"-Packmaterialkörper zu gewährleisten. Bereits wenige große Bläschen in diesen kleinen Packmaterialkörpern verringern deren Stabilität und führen schon bei einer äußerst geringen Belastung zu deren Bruch. Außerdem ist zu beachten, daß größere Bläschen — insbesondere im Randbereich der "Loose-fill"-Packmaterialkörper mit außen konvexer und innen konkaver Oberfläche — zu einer erheblichen "Verkrümelungsgefahr" in diesem Randbereich führen, so daß durch die ständige Reibung beim Transport ein feiner Abriebschnee entsteht, der nachteilig die Verpackungsqualität beeinflusst.

Die Herstellung kugelsegmentförmiger Packmaterialkörper — jedoch aus Kunststoff — ist aus der DE-OS 34 22 425 bekannt geworden. Aus der DE-OS 34 21 364 ist ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung schüttfähiger, kugelsegmentförmiger Packmaterialkörper, jedoch ebenfalls aus Kunststoff, mit außen konvexer und innen konkaver Oberfläche, bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß es sich durch eine möglichst regelmäßige und feine Zellstruktur des expandierten Stärke-Materials auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch Verwendung eines Nukleierungsmittels gelöst, das auf die Oberfläche von Granalien aus Stärke fein verteilt in einer Menge 0,1 bis 0,2% bezüglich des Gewichts der Granalien und in einer Korngröße von ca. 40 µm aufgebracht wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sind den Ausführungsbeispielen zu entnehmen, welche im folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben werden. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Vorrichtung zur Erzeugung der biologisch abbaubaren Packmaterialkörper,

Fig. 2 eine teilweise Seitenansicht der Extrudiereinrichtung mit Materialeinzugszone,

Fig. 3 eine gebrochene teilweise Draufsicht auf die Materialeinzugszone,

Fig. 4 einen teilweise vergrößerten Abschnitt einer Extruderbuchse mit Nuten,

Fig. 5 einen Schnitt entlang der Linie V-V in Fig. 4 und

Fig. 6 die Abwicklung der Schraubenhelix der Nuten.

Die zur Durchführung des Verfahrens benötigte Vorrichtung ist schematisch in Fig. 1 dargestellt. Ihre wesentlichen Funktionskomplexe bestehen aus einer Trommel 5, einer Extrusionseinrichtung 10, einem Speicherbehälter 22, einer Nachexpansionseinheit 23 und einem weiteren Speicherbehälter 24.

Die Trommel 5 weist Öffnungen 6 und 7 auf, durch welche Stärke-Granalien und ein Nukleierungsmittel (Bläschenbildner) zugegeben werden. Die hierbei verwendeten Stärke-Granalien bestehen aus reinem Stärke-Material. Es ist aber auch möglich, das beschriebene Verfahren mit Stärke-Granalien durchzuführen, die eine Beimischung von Polystyrol enthalten. In der folgenden Beschreibung des Verfahrens wird zwischen diesen beiden Arten des verwendeten Ausgangsmaterials zur Erzeugung von kugelsegmentförmigen, schüttfähigen Packmaterialkörper nicht unterschieden: Der Begriff "Stärke-Granalien" soll für beide Arten verwendet werden.

Das Nukleierungsmittel wurde vor dem Einbringen in die Trommel 5 äußerst fein gemahlen und weist eine Korngröße von ca. 40 µm auf. Das in einer Menge von ca. 0,1–0,2 Gewichtsprozent zugegebene Nukleierungsmittel wird in der Trommel 5 auf die Stärke-Granalien aufgetrommelt. Dieses Auftrommeln des Nukleierungsmittels auf die Stärke-Granalien bewirkt, daß diese mit einer durch Adhäsionskräfte fest haftenden, gleichmäßig über die Oberfläche verteilten Schicht des genannten Nukleierungsmittels überzogen sind.

Das auf die Stärke-Granalien aufgetrommelte Nukleierungsmittel dient als Initiator einer Bläschenkeimbildung im nachfolgenden Extrusionsprozeß: Dies geschieht dadurch, daß sich das feste Nukleierungsmittel im Extruder 14 unter Gasbildung zersetzt. Das freiwerdende Gas bildet in der viskos-flüssigen Stärke-Masse (s. u.) eine Vielzahl von Bläschenkeimen aus, welche als "Keimzellen" der Zellstruktur des expandierten Stärke-Materials fungieren und somit die Feinporigkeit der entstehenden Stärke-Packmaterialkörper beeinflussen.

Die in die Trommel 5 eingebrachte Menge an Nukleierungsmittel wird im wesentlichen durch das Zersetzungsverhalten des Nukleierungsmittels unter der im nachfolgenden Extrudervorgang stattfindenden Wärmeeinwirkung bestimmt. Eine wichtige und die Zuschlagmenge entscheidend beeinflussende Kenngröße des Nukleierungsmittels stellt dabei die "theoretische Gasausbeute" dar, d. h. die pro Gewichtseinheit des Nukleierungsmittels bei einer bestimmten Temperatur freigesetzte Gasmenge (z. B. Kohlendioxid). Dem Fachmann ist aus diesen Überlegungen klar ersichtlich, wie er die Zuschlagmenge an Nukleierungsmittel zu bemessen hat, um bei einer bestimmten Temperatur im Extruder 14 das gewünschte Maß an Feinporigkeit des expandierten Stärke-Materials zu erreichen.

Das Nukleierungsmittel kann besonders vorteilhaft aus einer Carbonat- und einer Säure-Komponente bestehen. Die Säure-Komponente ermöglicht dann zusätzlich zur Zersetzung der Carbonat-Komponente durch die Wärmeeinwirkung des Extrudervorgangs eine chemische Reaktion mit der Carbonat-Komponente, die eine verstärkte Kohlendioxid-Entwicklung mit sich

bringt. Es ist auch möglich, das unter dem geschützten Markennamen "Hydrocerol" bekannt gewordene Mehrkomponenten-Nukleierungsmittel zu verwenden: Des-  
 5 sen Säure-Komponente besteht entweder aus hydrophobierter Anhydrozitronensäure oder aus Zitronensäuremonohydrat. Diese Komponente ist derart be-  
 handelt, daß sie wasserabweisend ist und somit mit der Carbonat-Komponente — z. B. Natriumhydrogencarbonat — vermischbar und auf Dauer lagerbar ist, ohne aus der  
 10 Umgebung Feuchtigkeit anzuziehen. Ein weiteres bekanntes und für das beschriebene Verfahren geeignetes Nukleierungsmittel ist unter der Bezeichnung CF 0556 bekannt.

Die derart behandelten Stärke-Granalien werden mittels einer Fördereinrichtung 8 und einer Förderlei-  
 15 tung 9 in einen mit der Extrusionseinrichtung 10 verbundenen Fülltrichter 17 eingegeben. Im Fülltrichter 17 können noch evtl. Farbpigmente oder andere gewünschte Zusätze zugegeben werden.

Die Extrusionseinrichtung 10 besteht aus einem Antriebsmotor 11, einem Getriebe 12, einer Materialein-  
 20 zugszone 13 und einem Extruder 14 sowie einer Schneideeinrichtung 16, die vor einer Formöffnung 15 des Extruders 14 angeordnet ist. Die aufgetrommelten Stärke-Granalien gelangen über den am Ende der Förderlei-  
 tung 9 angeordneten Fülltrichter 17 zur Materialein-  
 25 zugszone 13. Die aus den Stärke-Granalien mit dem aufgetrommelten Nukleierungsmittel und den evtl. beigegebenen Zusätzen bestehende Mischung wird von einer — in Fig. 1 nicht gezeigten — Extruderschnecke in die  
 30 Materialeinzugszone 13 des Extruders 14 eingezogen. Die Stärke-Granalien mit dem aufgetrommelten Nukleierungsmittel werden von den Vortriebsflanken der sich mit einer geeignet gewählten Geschwindigkeit drehenden Extruderschnecke mitgenommen und dadurch  
 35 in axialer Richtung von der Materialeinzugszone 13 des Extruders 14 zu der am anderen Ende des Extruders 14 angeordneten Formöffnung 15 befördert. Der in Extruderrichtung stetig zunehmende Kerndurchmesser der Extruderschnecke bewirkt, daß die Stärke-Granalien  
 40 bei ihrer Vorwärtsbewegung durch den Extruder 14 einem ständig wachsenden Druck unterworfen werden. Gleichzeitig wird das aus den kompaktifizierten Stärke-Granalien und dem darauf aufgetrommelten Nukleierungsmittel gebildete Gemisch auf eine höhere Tempe-  
 45 ratur erwärmt, bis es schmilzt und dabei in einen viskosen flüssigen Zustand übergeht.

Wesentlich für den Extrusionsvorgang ist, daß das Nukleierungsmittel in dem viskos-flüssigen Stärke-Nukleierungsmittel-Gemisch gleichmäßig und fein verteilt  
 50 ist. Dies ist erforderlich, um nach dem Extrudieren eine regelmäßige und feine Zellstruktur des expandierten Stärke-Materials zu erhalten. Das Auftrommeln des Nukleierungsmittels auf die Stärke-Granalien bewirkt, daß  
 beim Aneinanderreiben der einzelnen Granalien aufgrund der Schub- bzw. Drehbewegung der Extruderschnecke nur ein äußerst geringer Abrieb des Nukleierungsmittels stattfindet. Dadurch wird verhindert, daß  
 60 sich das Nukleierungsmittel während des Durchlaufens der Stärke-Granalien durch die Materialeinzugszone 13, in der noch kein Phasenübergang stattfindet, in den Zwischenräumen der einzelnen Granulatkörner ansammelt. Das durch die Drehbewegung der Extruderschnecke hervorgerufene Quetschen und Scheren der Stärke-Granalien verbessert außerdem die Durchmischung von  
 65 Stärke und Nukleierungsmittel, ohne daß die durch das Auftrommeln des Nukleierungsmittels bewirkte "Nachordnung" im mikroskopischen Bereich des Stärke-Nu-

kleierungsmittel-Gemischs zerstört wird. Dies bringt in vorteilhafter Art und Weise mit sich, daß auch nach dem Übergang der Stärke-Granalien von ihrer festen Phase in ihre viskos-flüssige Phase immer noch eine sehr feine  
 5 und sehr regelmäßige räumliche Verteilung des festen Nukleierungsmittels gegeben ist. Dies bedeutet aber, daß in einem Volumenelement sehr viele, fein verteilte Nukleierungsmittel-Körnchen vorhanden sind, die als Bläschenkeimbildner wirken.

Das feinverteilte Nukleierungsmittel zersetzt sich durch die Hitzeeinwirkung unter Gasbildung. Der durch die im Extruder herrschende Temperatur von ca. 110° – 130°C bewirkte Hitzeeintrag resultiert in Ver-  
 10 bindung mit der durch die Reibung der Stärke-Granalien entstehenden Reibungswärme in einer thermischen Aufspaltung der Carbonat-Komponente des Nukleierungsmittels, wodurch Kohlendioxid-Gas freigesetzt wird. Diese Gasfreisetzung des Nukleierungsmittels führt zu der o. g. Bildung von Bläschenkeimen im viskos-  
 20 flüssigen Stärkematerial. Aufgrund der feinen und annähernd homogenen Verteilung des Nukleierungsmittels wird eine — über das gesamte Volumen gesehen — gleichmäßige Verteilung von Bläschenkeimen erreicht. Diese weitgehende Homogenität in der räumlichen Verteilung der durch das sich zersetzende Nukleierungsmittel hervorgerufenen Bläschenkeime stellt eine wesentli-  
 25 che Grundlage für die zu erzielende Feinporigkeit der herzustellenden Packmaterialkörper dar.

Im Extruder 14 wird während des Erhitzens des Stärke-Gemisches eine sogenannte Direktbegasung mit einem geeignet gewählten Treibmittelgas durchgeführt. Dies bewirkt, daß das Treibmittel in die viskos-flüssige  
 30 Stärke-Masse gelangt und darin gelöst wird. Aufgrund der im Extruder 14 herrschenden Druck- und Temperaturbedingungen ist das Stärke-Nukleierungsmittel-Gemisch an Treibgas übersättigt, d. h. es löst sich mehr Treibgas als bei Normalbedingungen. Alternativ ist es möglich, Stärke-Granalien zu verwenden, in welchen das Treibgas bereits von Anfang an enthalten ist.

Das gelöste Treibmittelgas diffundiert nun in die durch das Zersetzen des Nukleierungsmittels hervorgerufenen Bläschenkeime hinein und bewirkt deren Expansion. Das Wachstum der Blasen wird hierbei wesent-  
 35 lich von der Diffusionsgeschwindigkeit und der Übersättigung des gelösten Treibmittels in dem viskos-flüssigen Stärke-Nukleierungsmittel-Gemisch und von der Druckdifferenz zwischen dem im Extruder herrschenden Druck und dem Partialdruck des in dem viskos-flüssigen Stärke-Nukleierungsmittel-Gemisch gelösten  
 40 Treibmittels bestimmt. Das Stärke-Nukleierungsmittel-Gemisch tritt in Form einer Masse geschmolzenen Stärke-Schaums aus der Formöffnung 15 des Extruders 14 aus. Infolge der über den Massenquerschnitt herrschenden Geschwindigkeitsdifferenz quillt der Stärke-Schaum aus dem Innenbereich der Formöffnung 15 mit einer gekrümmten Oberfläche heraus.

Der aus der Formöffnung 15 heraustretende Stärke-Strang wird unmittelbar nach dessen Austreten von der Schneideeinrichtung 16 abgeschnitten.

Der Druckunterschied zwischen dem im Inneren des Extruders herrschenden Überdruck und dem — niedrigeren — Druck der umgebenden Raumatmosphäre bewirkt, daß das im Stärkematerial gebundene Treibgas sich ausdehnt. Die abgeschnittenen Stärke-Partikel expandieren dann im freien Fall in einen ersten expandierten Zustand, wobei sie bereits ihre Form mit einer innen  
 65 konkaven und außen konvexen Oberfläche einnehmen.

Diese Expansion ist von einer gleichzeitigen Abküh-

lung begleitet, so daß die Körper sich kurz hinter der Formöffnung 15 bzw. der Schneideeinrichtung 16 — und bevor sie den Sammelbehälter 19 erreicht haben — verfestigen. Die abgekühlten und gefestigten, sich in ihrem ersten expandierten Zustand befindlichen Stärke-Partikel 18 werden im Sammelbehälter 19 aufgefangen und von einem Gebläse 20 durch eine Sammelleitung 21 zu dem Speicherbehälter 22 befördert.

Die auf diese Weise hergestellten Stärke-Partikel 18 lassen sich für verschiedene Zwecke verwenden — wie bspw. als Verpackungsmaterial.

Die Stärke-Partikel 18 können nach einer gewissen Lagerzeit aus dem Speicherbehälter 23 in eine Nachexpansionseinheit 23 gefördert werden. In dieser expandieren die Stärke-Partikel 18 nach Hitzeeinwirkung von neuem, so daß "Loose-fill"-Packmaterialkörper geringerer Massendichte entstehen, die in vorteilhafter Weise ein wesentlich geringeres Schüttgewicht aufweisen. Wesentlich bei diesem Nachexpansions-Schritt ist, daß die zur erneuten Expansion erforderliche Wärme "trocken" eingebracht wird. Es darf also — anders als bei den bekannten Verfahren — kein heißer Wasserdampf zum Wärmeeintrag verwendet werden. Eine derartige "feuchte" Behandlung würde ansonsten zu einer sofortigen Zerstörung der "Loose-fill"-Packmaterialkörper aus Stärke führen.

Nach dem Verlassen der Nachexpansionseinheit 23 werden die erneut expandierten Stärke-Partikel 18 einem weiteren Speicherbehälter 24 zugeführt. Dieser besteht vorzugsweise aus Siebgewebe oder einem anderen offenmaschigem Material, so daß eine freie Luftzirkulation und damit eine leichtere Trocknung der erneut expandierten Stärke-Partikel 18 ermöglicht wird.

Eine alternative Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe wird im folgenden anhand eines zweiten Ausführungsbeispiels beschrieben. Dieses Verfahren wird mit einer Vorrichtung durchgeführt, die im wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten und vorstehend eingehend beschriebenen Vorrichtung gleicht.

Ein gegenüber dem oben beschriebenen Verfahren wesentlicher Unterschied der beiden Verfahren — und somit der zur Durchführung des Verfahrens verwendeten Vorrichtungen — besteht darin, daß die Stärke-Granalien einer speziell ausgebildeten Materialeinzugszone 13 des Extruders 14 zugeführt werden. Diese in den Fig. 2–6 im einzelnen dargestellten "Nuteneingangszone" bewirkt, daß der Materialdurchsatz bei einer gleichen Umdrehungsgeschwindigkeit der Extruderschnecke ungefähr verdoppelt werden kann. Dieser erhöhte Durchsatz von Stärke-Material bringt in besonders vorteilhafter Art und Weise eine erhöhte Produktionsrate des Verfahrens mit sich.

Die Fig. 2 zeigt in vergrößertem Maßstab die Materialeinzugszone 13 mit aufgesetztem Fülltrichter 17. Die Materialeinzugszone 13 ist auf der rechten Seite mit einem Reduziergetriebe 25 verbunden, das durch einen Motor 11 angetrieben wird.

An die Materialeinzugszone 13 schließt sich in der Förderrichtung der Extruderschnecke die Schmelzzone 26 an, in der das Stärke-Material von seinem festen in den viskos-flüssigen Zustand übergeht. Wesentlich hierbei ist, daß die Schmelzzone 26 und die Materialeinzugszone 13 längs ihrer Verbindung 27 thermisch isoliert sind.

Die Extruderschnecke reicht durch die Materialeinzugszone 13 und die Schmelzzone 26 hindurch und wird durch den Motor 11 über das Reduziergetriebe 25 angetrieben. Die Extruderschnecke wird in der Materialein-

zugszone 13 in einer Buchse 28 geführt, die von einem Träger 29 gehalten wird. Die Buchse 28 ist mit einer Öffnung 30 versehen, durch die das Stärke-Material aus dem Fülltrichter 17 in den Extruder 14 eingezogen wird.

Der Fülltrichter 17 ist mit seiner Unterseite 31 mit einem Flansch 32 des Trägers 29 verbunden. Der durch die Öffnung 30 umgrenzte Bereich der Buchse bildet die Nuteneingangszone 33. Der in Förderrichtung der Extruderschnecke an diese Nuteneingangszone 33 anschließende Bereich der Buchse 28 umfaßt eine Übergangszone 34. Wie am besten aus Fig. 3 zu entnehmen ist, sind in die Buchse 28 mehrere längsverlaufende Nuten 35 eingeschnitten. Im Bereich der Nuteneingangszone 33 besitzen die Nuten 35 eine konstante Einschnitttiefe 36. In der in Förderrichtung an die Nuteneingangszone 33 anschließenden Übergangszone 34 nimmt die Einschnitttiefe 36 in Förderrichtung bis auf Null ab.

Der wesentliche Effekt dieser Nuten 35 in der Buchse 28 ist, daß diese Nuten für eine gewisse Anzahl von Stärke-Granalien über eine bestimmte Querschnittsfläche durch den Extruder in der Materialeinzugszone 13 eine Art "Ausweichnische" bilden. Dadurch wird in besonders vorteilhafter Art und Weise verhindert, daß der Materialtransport der Stärke-Granalien in axialer Richtung durch an den Vertriebsflanken der schraubenlinienförmigen Extruderschnecke anhaftenden Stärke-Granalien nicht behindert werden kann. Außerdem wird dadurch eine Stetigkeit des von der Extruderschnecke nachgezogenen Materials gewährleistet, wodurch eine gleichbleibende Qualität des aus der Formöffnung 15 des Extruders 14 austretenden Stärke-Schaums gewährleistet ist.

Bei der Ausbildung der eben beschriebenen Bauteile ist vorgesehen, daß die Öffnung 30 in der Buchse 28 eine Länge von ca. 80 mm und eine Breite von 50 mm aufweist. Die Übergangszone 34 besitzt eine Länge von ca. 185 mm. Die Buchse 28 besitzt eine Wandstärke 37 von ca. 13 mm.

Die Fig. 4 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt einer Buchse 28 im Bereich der Nuteneingangszone 33 mit Nuten 35, welche eine konstante Einschnitttiefe 36 aufweisen.

Die Nuten 35 besitzen ein im Querschnitt U-förmiges Profil 38, dessen beide Schenkel 39 um einen Winkel  $\alpha$  nach außen geneigt sind. Der Neigungswinkel  $\alpha$  beträgt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel 15°. Die Einschnitttiefe 36 der Nuten 35 beträgt ca. 1,5 mm. Die Breite 40 der Nuten 35 beträgt ca. 10 mm. Die Nuten in dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel besitzen einen konstanten Abstand 41 voneinander, der ca. 15,5 mm beträgt.

Der Abstand der Nuten wird durch den Durchmesser der Buchse 28 und der Anzahl der eingeschnittenen Nuten 35 sowie deren Breite bestimmt.

Die Fig. 5 zeigt einen Schnitt längs der Linie V-V in Fig. 4, welcher durch eine Nut 35 verläuft. Die Nuten 35 weisen in Transportrichtung der Extruderschnecke gesehen am Beginn der Buchse 28 einen Anfangsbereich 42 auf, nach dem sie ihre maximale Einschnitttiefe 36 erreichen, die anschließend in der Nuteneingangszone 33 konstant ist.

Die Fig. 6 stellt die Abwicklung der Nutenhelix in der Materialeinzugszone 13 dar. Die Buchse 28 ist in Längsrichtung aufgeschnitten und weist im ausgewalzten Zustand eine rechteckförmige Kontur auf. Um einen Umfang 43 der Buchse 28 sind in regelmäßigem Abstand acht Nuten 35 eingeschnitten. Die Helixwendel hat nach einer Strecke 44 in Transportrichtung eine volle

360°-Drehung durchgeführt. Die Strecke 44 beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel ca. 203 mm.

Das Verfahren zur Herstellung von "Loose-fill"-Packmaterialkörper mittels der eben beschriebenen Vorrichtung wird wie folgt durchgeführt: Das Stärke-Material wird durch die Öffnung 30 in die Buchse 28 eingezogen. Die Extruderschnecke zieht die Stärke-Granalien in den Raum zwischen der Extruderschnecke und der mit Nuten 35 mit konstanter Einschnitttiefe 36 versehenen Nuteneingangszone 33.

Die Stärke-Granalien, die z. B. einen mittleren Kerndurchmesser von 0,5 mm aufweisen, können in der Nuteneingangszone 33 in die Nuten 35 ausweichen. Durch diese Beweglichkeit und die Ausweichmöglichkeit drehen sich weniger Stärke-Granalien simultan kreisförmig mit der Extruderschnecke mit, so daß mehr Stärke-Material in Transportrichtung durch die Extruderschnecke in die Übergangszone 34 gebracht werden kann.

Durch den Eigendruck des Stärke-Materials und die Beweglichkeit in der Nuteneingangszone 33 kann insgesamt mehr Material von der Extruderschnecke in Axialrichtung des Extruders 14 befördert werden. Durch den schnelleren Abtransport und die größere Beweglichkeit "sperrt" weniger Stärke-Partikel den Raum für die aus dem Fülltrichter 17 nachdrängende Stärke-Granalien.

In der Übergangszone 34 nimmt die Einschnitttiefe 36 der Nuten in Transportrichtung bis auf Null ab. Die Stärke-Granalien werden dadurch dichter gepackt und verstetigt.

Die dabei auftretende Reibungswärme darf nicht ausreichen, um die Stärke-Granalien in ihren viskos-flüssigen Zustand überzuführen. Deshalb sind um die Buchse 28 in der Übergangszone 34 Kühlrippen 45 (s. Fig. 2) angeordnet, um eine Wärmeabfuhr zu ermöglichen.

Um zu erreichen, daß die Stärke-Granalien erst in der Schmelzzone 26 in ihren viskos-flüssigen Zustand übergeführt werden, ist die Übergangszone 34 von der Schmelzzone 26 thermisch isoliert.

Die Kerngröße der zu verarbeitenden Stärke-Granalien kann in einer gewissen Bandbreite variiert werden, ohne daß die vorteilhafte Wirkung des beschriebenen Verfahrens und der erläuterten Vorrichtung wesentlich eingeschränkt wird.

Je nach Einzugs geschwindigkeit kann die Buchse 28 in der Nuteneingangszone 33 ebenfalls mit Kühlrippen versehen sein, damit immer gewährleistet ist, daß das Stärke-Material in der gesamten Materialeinzugszone 13 nicht in den viskos-flüssigen Zustand übergeht. Ein derartiger Phasenübergang der festen Stärke-Granalien würde die Nuten 35 "zuschmieren" und deren vorteilhaften Effekt nicht zum Tragen kommen lassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitungstemperatur im Extruder ca. 110°C bis 130°C beträgt.

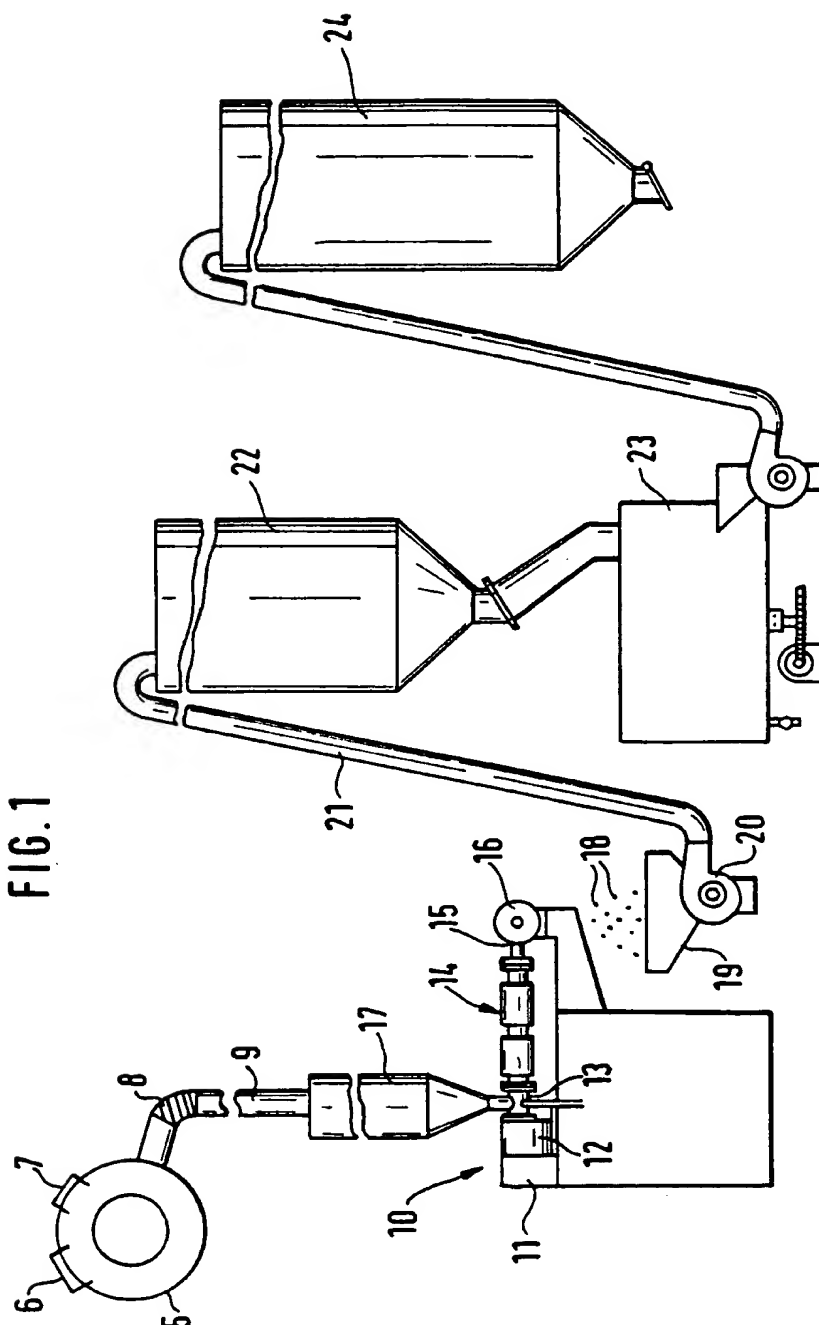
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß das Nukleierungsmittel aus einer Carbonat- und einer Säure-Komponente ohne Haftzusätze besteht.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung schüttfähiger Packmaterialkörper aus Stärke, bei dem Stärke in einem Extruder in viskos-flüssigen Zustand überführt, aus der Formöffnung des Extruders extrudiert und nachfolgend expandiert wird, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines Nukleierungsmittels, das auf die Oberfläche von Granalien aus Stärke fein verteilt in einer Menge von 0,1 bis 0,2% bezüglich des Gewichts der Granalien und in einer Korngröße von ca. 40 µm aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Überziehen der Granalien aus Stärke mit dem Nukleierungsmittel in einer Trommel erfolgt.



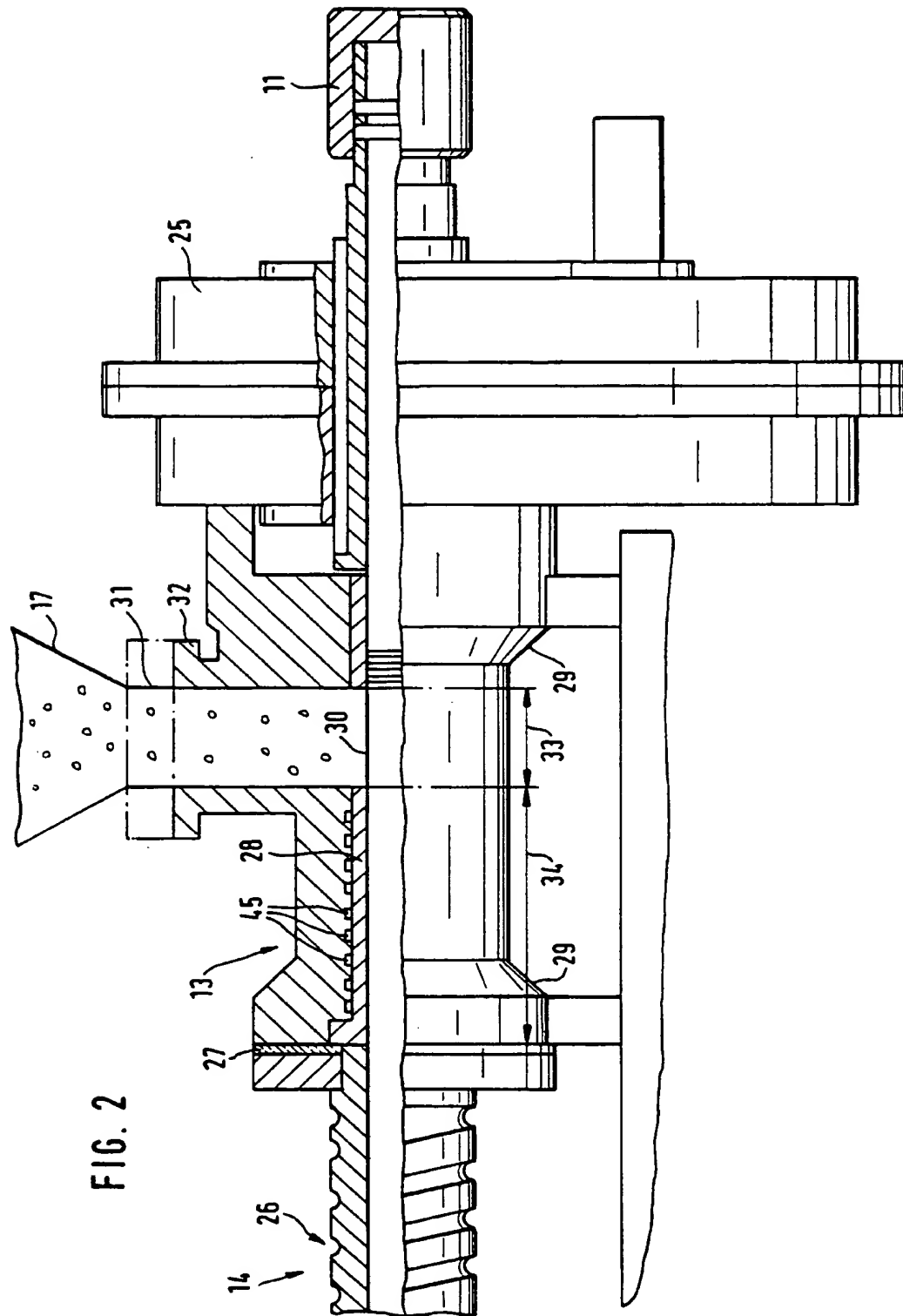
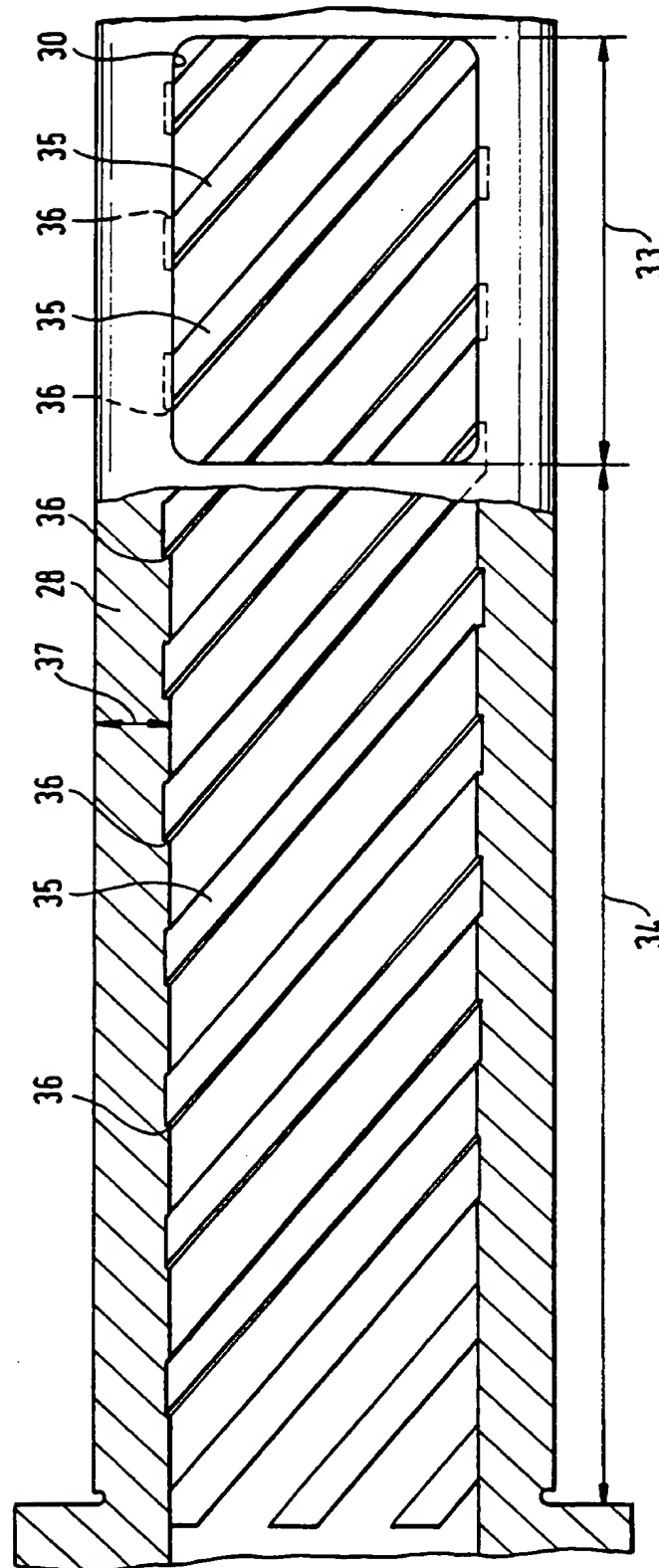


FIG. 3





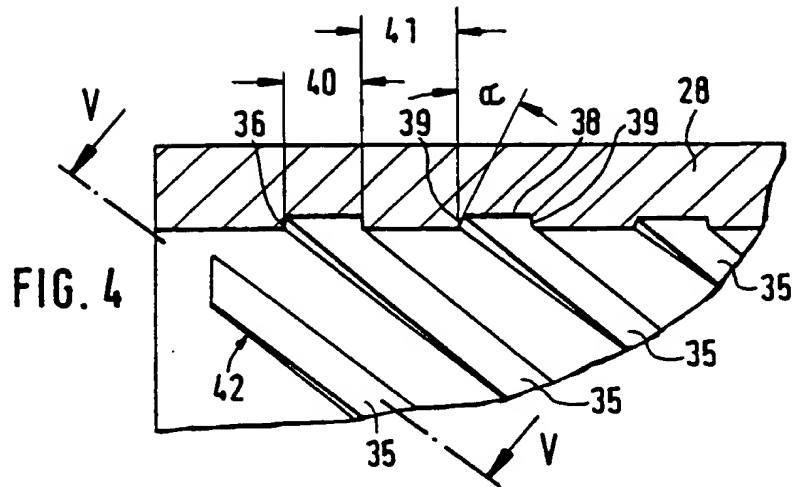


FIG. 5

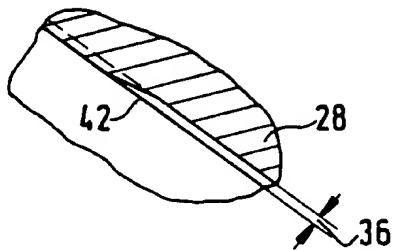


FIG. 6

